

# **Energibesparande åtgärder i ett egnahemshus**

Fredrik Bärlund

Examensarbete  
Distribuerade Energisystem  
2015

Fredrik Bärlund

EXAMENSARBETE	
Arcada	
Utbildningsprogram:	Distribuerade Energisystem
Identifikationsnummer:	4634
Författare:	Fredrik Bärlund
Arbetets namn:	Energibesparande åtgärder i ett egnahemshus
Handledare (Arcada):	Jarmo Lipsanen
Uppdragsgivare:	
<p>Sammandrag:</p> <p>I detta arbete granskas möjligheterna att spara energi i ett egnahemshus som uppvärms med olja. Som objekt är ett egnahemshus byggt 1992. Syftet med arbetet är att husägaren skall få en bild av vad som kan göras och vad som lönar sig att göra. I början av arbetet beskrivs egnahemshuset samt de nuvarande systemen för uppvärmning och ventilation. Efter det granskas möjligheter till energibesparing genom ändrade levnadsvanor. Sedan undersöks vad som går att göra åt husets befintliga värmesystem och annan teknisk utrustning genom underhåll och optimering samt hur förnyande av dessa system inverkar. I mitten av arbetet beskrivs olika alternativa uppvärmningssystem för huset samt vilka besparingar som uppnås. Dessutom kartläggs var de största värmeförlusterna i huset är genom beräkningar och en värmekamera undersökning. I slutet av arbetet presenteras en lista över förbättringar som lönar sig att utföra samt i vilken ordning.</p>	
Nyckelord:	Egnahemshus, energi, kostnader, besparingar, återbetalningstid, lönsamhet
Sidantal:	53
Språk:	Svenska
Datum för godkännande:	

DEGREE THESIS	
Arcada	
Degree Programme:	Distribueted Energysystems
Identification number:	4634
Author:	Fredrik Bärlund
Title:	Energibesparande åtgärder i ett egnahemshus
Supervisor (Arcada):	Jarmo Lipsanen
Commissioned by:	
<p>Abstract:</p> <p>This work examines the possibilities of energy savings in an oil heated detached house. The target for this study is a detached house built in 1992. Purpose of this work is to give the owner of the house an idea of what's possible to do and what's profitable. In the beginning of the work the house and it's systems for heating and ventilation is presented. After that the people who live in the house are examined to learn what can be done simply by changing lifestyles. Following that the heating systems and technical equipment for the house are examined. In the middle of the work alternative heating systems for the house are presented and what their effect on the energy consumption would be. After that the heating losses for the house are examined by calculations and thermal imaging. In the end of the work a list of improvements for the house is presented.</p>	
Keywords:	Detached house, energy, costs, savings, payback, profitable
Number of pages:	53
Language:	Swedish
Date of acceptance:	

OPINNÄYTE	
Arcada	
Koulutusohjelma:	Hajautetut Energiajärjestelmät
Tunnistenumero:	4634
Tekijä:	Fredrik Bärlund
Työn nimi:	Energibesparande åtgärder i ett egnahemshus
Työn ohjaaja (Arcada):	Jarmo Lipsanen
Toimeksiantaja:	
<p>Tiivistelmä:</p> <p>Tämän työn tarkoituksena on löytää energiansäästöjä omakotitalossa, talon nykyinen lämmitysmuoto on öljykeskuslämmitys. Kohde on vuonna 1992 rakennettu omakotitalo. Työn tarkoituksena on antaa omakotitalon omistajalle kuva siitä mitä voidaan ja kannattaa tehdä. Työn alussa esitellään kohteen lämmitys ja ilmanvaihtojärjestelmä. Tarkastetaan miten talon asukkaat voivat säästää energiaa ainoastaan muuttamalla elämäntapoja. Tutkitaan mitä voi tehdä talon nykyiselle lämmitysjärjestelmälle ja teknisille varusteille, kunnossapidon, optimoinnin ja uusimisen kautta. Työn puolessavälissä esitetään vaihtoehtoiset lämmitysjärjestelmät ja vaihtoehtojen vaikutukset energiankulutukseen. Kartoitetaan talon suurimmat lämpövuodot laskelmilla ja kuvataan talon lämpövuodot lämpökameralla. Työn lopussa esitetään lista parannuksista jotka kannattavat toteuttaa ja toimenpiteiden järjestys.</p>	
Avainsanat:	Omakotitalo, energia, kustannukset, säästöt, takaisinmaksuaika, kannattavuus
Sivumäärä:	53
Kieli:	Ruotsi
Hyväksymispäivämäärä:	

# INNEHÅLL

<b>1</b>	<b>Inledning.....</b>	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>Beskrivning av fastigheten .....</b>	<b>9</b>
2.1	Uppvärmningssystemet och ventilation .....	9
2.2	Energiförbrukning .....	10
2.2.3	<i>Energikostnader</i> .....	11
<b>3</b>	<b>Ändra levnadsvanor .....</b>	<b>12</b>
3.1	Innomhustemperaturen.....	12
3.2	Vädringsvanor .....	12
3.3	Spara på hushållsel.....	13
<b>4</b>	<b>Förbättra befintliga system .....</b>	<b>14</b>
4.1	Ventilationssystemet.....	14
4.2	Optimering av värmeregleringen .....	14
4.3	Oljepannan .....	15
<b>5</b>	<b>Förnya befintliga system.....</b>	<b>17</b>
5.1	Spara varmvatten .....	17
5.2	Oljepannan och brännaren .....	18
<b>6</b>	<b>Byte till ett energieffektivare värmesystem .....</b>	<b>19</b>
6.1	Oljans prisutveckling .....	19
6.2	Energibehovet .....	19
6.3	Jordvärme eller bergvärme .....	20
6.4	Luftvattenvärmepump .....	21
6.5	Pelletsvärmning.....	22
6.6	Hybridsystem.....	23
<b>7</b>	<b>Luftläckage i huset .....</b>	<b>24</b>
7.1	Värmefotografering.....	24

<b>8</b>	<b>Värmeförluster i konstruktioner .....</b>	<b>25</b>
8.1	Beräkning av värmeförluster .....	25
8.2	Beräkning av värmeförluster i konstruktioner .....	26
8.2.1	<i>Ytterväggar</i> .....	26
8.2.2	<i>Vindsbjälklag</i> .....	30
8.2.3	<i>Bottenbjälklag</i> .....	32
8.2.4	<i>Totala värmeförluster i ytterskalet</i> .....	34
8.3	Tilläggsisolera.....	34
8.4	Värmeförluster i tilläggsisolerade konstruktioner .....	35
8.4.1	<i>Ytterväggar</i> .....	35
8.4.2	<i>Vindsbjälklag</i> .....	39
8.5	Energibesparingar genom att tilläggsisolera .....	40
8.5.1	<i>Ytterväggar</i> .....	40
8.5.2	<i>Vindsbjälklag</i> .....	40
8.6	Lönsamheten .....	42
<b>9</b>	<b>Minska på värmeförluster i fönster.....</b>	<b>44</b>
9.1	Värmeförluster i husets fönster .....	44
9.2	Byte till nya fönster .....	44
<b>10</b>	<b>Minska på värmeförluster i ytterdörrar.....</b>	<b>46</b>
10.1	Värmeförluster i husets dörrar .....	46
10.2	Byte till nya dörrar .....	46
<b>11</b>	<b>Slutsats .....</b>	<b>48</b>
<b>Källor</b>	<b>.....</b>	<b>50</b>
<b>Bilagor</b>	<b>.....</b>	<b>53</b>

## **FIGURER**

<b>Figur 1 Egnahemshuset på Emsalö.....</b>	<b>9</b>
<b>Figur 2 Ventilmotorer som tagits ur bruk i golvvärmestocken.....</b>	<b>15</b>
<b>Figur 3 Oljebrännaren från 2011 .....</b>	<b>18</b>
<b>Figur 4 Oljans prisutveckling under de senaste 10 åren.....</b>	<b>19</b>
<b>Figur 5 Värmeläckage i en av ytterdörrarnas tätning .....</b>	<b>24</b>

## **TABELLER**

<b>Tabell 1 Åtgärdernas inverkan på energi förbrukningen .....</b>	<b>49</b>
--	-----------

## 1 INLEDNING

Energiförbrukningen har idag en allt viktigare roll hos egnahemshusägare. Priset på energin ökar konstant och fler egnahemshusägare funderar på olika sätt att spara energi. Klimatet i Norden innebär att en hel del energi krävs för att hålla huset varmt. Största delen av energiförbrukningen går till att värma upp huset och varmvattnet. Under 1970-, 1980-talet och till och med inne på 1990-talet uppvärmdes största delen av egnahemshusen med antingen el eller olja. Idag finns det betydligt fler sätt att uppvärma huset. Under de senaste 10 åren har en hel del ny teknik introducerats.

I detta arbete skall möjligheterna för energibesparing i ett egnahemshus granskas. Syftet med arbetet är att ge fastighetsägaren en bild hur man kan minska på energiförbrukningen. Eftersom det är många faktorer som påverkar energiförbrukningen är det viktigt att se på helheten och inte enbart på värmesystemet.

Som objekt för detta arbete är ett egnahemshus i Borgå som byggts på 1990-talet. Huset uppvärms med olja och eftersom oljans pris ökat kraftigt under den senaste tiden anser husägaren att det är dags att fundera på vad som kan göras för att minska på energikostnaderna.



## 2 BESKRIVNING AV EGNAHEMSHUSET

Egnahemshuset är byggt 1992 på Emsalö i Borgå skärgård. Huset är byggt på en slutning och har en bostadsyta på 241 m<sup>2</sup> på två plan. Huset bebos av två personer året runt. Utrymmen samt varmvattnet uppvärms med oljevärmning. Huset är försett med maskinell ventilation med värmeåtervinning.



*Bild 1 Egnahemshuset på Emsalö.*

### 2.1 Uppvärmningssystemet och ventilationen

Huset oljevärmning består av en oljepanna och en oljebrännare. Oljepannan är tillverkad av Jämä och installerad i huset 1992. Brännaren, som är tillverkad av Oilon, är installerad 2011 då den gamla brännaren behövdes bytas ut. Pannan är utrustad med elmotstånd på 6 kw, som kan användas vid reserv. Värmen distribueras med golvvärmeslingor på sammanlagt 710 meter. Distributionen styrs av ventilmoterer på golvvärmestocken. Ventilmotorerna reglerar värmeflödet enligt temperaturen i utrymmena. En varmvattenberedare på 100 liter är också installerad intill pannan i pannrummet.

Huset är också utrustat med två magasinerande eldstäder, som är placerade i varsin våning. Nedre våningens eldstad är murad i samband med husbygget. Övre våningens eldstad är murad 2006.

Ventilationsmaskinen är tillverkad av Enervent och är försedd med en roterande värmeväxlare för värmeåtervinning. Värmeåtervinningens verkningsgrad är ungefär 75 %.

## 2.2 Energiförbrukning

Huset har en årlig oljeförbrukning på 2620 liter lätt brännolja. Utav den årliga förbrukningen av olja kan vi beräkna den årliga energiförbrukningen.

En tumregel är att en liter lätt brännolja har ett energiinnehåll på 10 kWh. [23]

Den årliga energiförbrukningen för uppvärmningssystemet blir då:

$$2620 \text{ l} \times 10 \text{ kWh} = 26200 \text{ kWh}$$

Eftersom huset också uppvärms med hjälp av vedeldning i eldstäderna måste också vedens energi räknas med. Den årliga förbrukningen av ved i huset är 5 m<sup>3</sup>.

1 m<sup>3</sup> björkved har ett energiinnehåll på 1300 kWh. [1, s117]

Den årliga energiförbrukningen för eldstäderna blir då:

$$5 \text{ m}^3 \times 1300 \text{ kWh} = 6500 \text{ kWh}$$

Den totala energiförbrukningen för uppvärmning blir då:

$$6500 \text{ kWh} + 26200 \text{ kWh} = \mathbf{32700 \text{ kWh}}$$

För att veta husets totala energiförbrukning måste vi dessutom räkna med den årliga elförbrukningen. Huset har en årlig elenergi förbrukning på 8500 kWh. Den totala energiförbrukningen blir då:

$$32700 \text{ kWh} + 8500 \text{ kWh} = \mathbf{41200 \text{ kWh}}$$

### 2.2.1 Energikostnader

Priset på uppvärmningsolja är 0,11 € / kWh. [23]

Bränsle kostnaderna blir på årsnivå då:

$$0,11 \text{ €/kWh} \times 26200 \text{ kWh} = \mathbf{2882 \text{ €}}$$

Priset på el är 9,71 c/kWh, inklusive nätavgifter [2]

Kostnaden för el blir då:

$$0,0971 \text{ €/kWh} \times 8500 \text{ kWh} = \mathbf{825,35 \text{ €}}$$

Eftersom största delen av veden som bränns i eldstäderna kommer från egen skog är kostnaderna därmed nästan noll. Detta betyder att husets totala energikostnader blir på årsnivå:

$$2882 \text{ €} + 825,35 \text{ €} \approx \mathbf{3707 \text{ €}}$$

### 3 ÄNDRA LEVNADSVANOR

Att ändra levnadsvanor är det absolut billigaste sättet att spara energi eftersom det utför inga kostnader. Därför är det alltid lönsamt att ändra på levnadsvanor. Undersökningar har visat att energianvändningen mellan två olika familjer, som bor i ett exakt likadant hus, kan skilja sig med 5 000 – 10 000 kWh per år. [1, s30]

#### 3.1 Inomhustemperaturen

Genom att sänka inomhustemperaturen är det enkelt att minska på uppvärmningsenergin. Varje grad man sänker på inomhustemperaturen minskar uppvärmningsenergin med 5 procent. [1, s30]

Efter en granskning av innetemperaturen i huset visar det sig att det är 22 ° C i de flesta utrymmen. Detta betyder att en sänkning på 1 ° C skulle inte försämra märkvärdigt på boendekomforten och därför vara väldigt lönsamt. Eftersom husets energiförbrukning är 26 200 kWh för uppvärmning skulle man med en temperatur sänkning spara enligt följande:

$$26200 \text{ kWh} \times 0,05 = \mathbf{1330 \text{ kWh}}$$

I energikostnader betyder det en besparing på:

$$1330 \text{ kWh} \times 0,11 \text{ €/kWh} = \mathbf{144 \text{ €/år}}$$

#### 3.2 Vädringsvanor

Vädringsvanorna är viktiga att tänka på. Då man vädrar rummet med ett fullt öppet fönster byts den varma inneluften ut mot kall uteluft på cirka 10 minuter. Om man vädrar längre än det kyl man också ner möblerna och väggarna i rummet, vilket sedan kräver energi för att värmas upp igen. Det effektivaste sättet att vädra är att vädra snabbt genom ett fullt öppnat vädringsfönster. Är huset utrustat med radiatorer bör de vara avstängda under tiden man vädrar. [1, s30]

Efter en diskussion med husägaren kommer det fram att sovrummet vädras hela natten igenom. Detta är inte lönsamt, utan istället borde värmen i sovrummet sänkas och vädringen borde ske på kvällen innan läggdags.

### **3.3 Spara på hushållsel**

Genom att byta ut lampor till lågenergilampor eller ledlampor kan man minska på elförbrukningen. Installation av belysningsautomatik sparar ytterligare mera el samt ökar på boendekomforten. Att köpa energisnåla hushållsmaskiner sparar också energi. Men det lönar sig inte att byta hushållsmaskiner före de nuvarande gått sönder. Användningen av hushållsmaskinerna inverkar också på energiförbrukningen. Det lönar sig att alltid tvätta fulla maskiner i tvätt- och diskmaskinen och att använda snabbprogram ifall det är möjligt. Undvik att torka byket i torktumlare eller torkskåp, torka byket utomhus istället. [1, s48]

Vid granskning av husets elapparater upptäcktes följande:

- Nästan alla ljuspunkter är försedda med lågenergilampor eller ledlampor.
- En del av utebelysningen är bakom belysningsautomatik.
- Kylskåpet och diskmaskinen är endast några år gamla.
- Husets torktumlare, tvättmaskin och ugn är 23 år gamla vilket betyder att de snart troligen har nått sitt slut och nyare energisnåla apparater anskaffas.

## 4 FÖRBÄTTRA BEFINTLIGA SYSTEM

För att systemen och utrustningen skall fungera måste de underhållas. Genom att ständigt underhålla all teknisk utrustning som t.ex. ventilationssystemet, värmepannan och värmedistributionssystemet minskar man på driftkostnaderna. Systemen fungerar bäst då de är rätt inställda. Därför är det viktigt att de är injusterade för rätt förhållanden. [1, s32]

### 4.1 Ventilationssystemet

I ett hus, som är utrustat med maskinell ventilation, är det viktigt att systemet fungerar som det skall. Genom att ventileras enligt årstiden kan man spara på energi och dessutom ha ett behagligare inomhusklimat. På vintern då luften är kall bör man ventileras med mindre luftflöden, d.v.s. minska på fläktens effekt. Detta minskar på värmeförluster och man undgår också allt för torr ineluft. På vintern bör man också kolla att värmeåtervinningen i systemet är påsatt och fungerar. Under de varmaste sommarmånaderna kan man öka på luftflödet genom att ställa fläkten på högre effekt. Det kan också löna sig att stänga av värmeåtervinningen. [1, s32]

Efter en diskussion med husägaren konstateras att ventilationsmaskinen underhålls regelbundet och körs enligt årstiderna.

### 4.2 Värmeregleringen

Oavsett hurdant värmesystem man har i huset lönar det sig alltid att optimera systemet till minimal energiförbrukning och maximal komfort. Värmesystemets regelsystem har som uppgift att hålla önskad temperatur i utrymmen. Människor mår bättre i jämn temperatur. Då värmen distribueras med golvvärme lönar det sig att kontrollera att alla ventilmotorer på golvvärmestocken fungerar som de skall och att alla rumsgivare är inställda på önskad temperatur. [1, s35]

Vid en inspektion av golvvärmestocken i huset visar det sig att en del av ventilmotorena skruvats bort på grund av att de inte fungerar. Detta betyder att rumsgivaren inte heller kan funktionera och leder till att värmen i de utrymmen, som ventilmotorn styr, varierar.

Det är inte energieffektivt, så därför bör saken åtgärdas med nya ventilmotorer så snabbt som möjligt.



*Figur 2 Ventilmotorer som tagits ur bruk i golvvärmestocken*

### 4.3 Oljepannan

Genom att hålla panna samt brännare i skick sparas energi och driftsäkerheten ökar. Det lönar sig att regelbundet sota pannan. En sotbeläggning på bara 1 mm i pannan ökar energiförbrukningen med 5 procent. Man kan spara upp till 100 euro per år i uppvärmningskostnader bara genom att sota pannan regelbundet. Oljemunstycket lönar sig att byta minst vartannat år. Det lönar sig att använda så litet munstyck som möjligt, då går brännaren i längre tider vilket ökar på verkningsgraden och dessutom mår brännaren bättre av det. Genom att utföra en rökgasanalys kan man kontrollera att förbränningen i pannan är rätt. Man kan utföra analysen själv ifall man har de instrument som behövs, analysen är inte svår att utföra. Man kan också låna eller hyra utrusningen som behövs eller låta en fackman utföra analysen. Genom att kolla på lågan eller skorstenens rök kan man utreda om pannas luftintag är inställt rätt. Ifall lågan är rödaktig och röken svart eller grå får pannan för lite luft. Om lågan brinner med ett vitt sken och ingen rök

syns, får pannan för mycket luft. Ifall röken ser svag ut och lågan är gul är pannans luftintag inställt på rätt sätt och pannan får lagom mängd luft. [1, s35]

Efter en diskussion med husägaren konstateras att ägaren har höga kunskaper i pannanläggningar och därmed är pannan i gott skick och underhålls regelbundet.



## 5 FÖRNYA BEFINTLIGA SYSTEM

Genom att byta ut gamla system till nyare och modernare kan man spara en hel del energi och samtidigt öka boendekomforten.

### 5.1 Varmvatten

Eftersom varmvatten är en stor del av en fastighets energiförbrukning kan man spara en hel del energi genom att installera nya vattensnåla armaturer. Det är en stor skillnad mellan ett gammalt duschmunstycke och ett nytt. Ett nytt duschmunstyck kan ha upp till 50 procent mindre vattenflöde jämfört med ett gammalt. Dagens duschmunstyck har ett större tryck så att luft blandas med i vattnet, vilket ger samma duscheffekt som ett gammalt duschmunstyck, men med mindre mängder vatten. Det lönar sig att kontrollera att alla vattenkranar i huset är täta. Man kan också installera en flödesbegränsare till varje vattenkran. [1, s36]

Dagens varmvattenberedare är bättre isolerade och därmed har de mindre värmeförluster jämfört med gamla modeller. En gammal varmvattenberedare kan ha värmeförluster upp till 1200 kWh per år. Detta är dock inte tillräckligt för att det skall löna sig att byta ut en gammal fungerade varmvattenberedare. Men man kan däremot förbättra den befintliga varmvattenberedarens isolering och på det sättet minska på värmeförlusterna. Men då den befintliga varmvattenberedaren går sönder lönar det sig att välja en modell med små värmeförluster och lång livslängd. En ny varmvattenberedare har upptill 700 kWh mindre värmeförluster jämfört med en gammal modell. Dagens hybrid varmvattenberedare har flera kopplingar vilket betyder att det går att ansluta flera olika värmesystem, som t.ex. en värmepump och solfångare. [1, s36]

Vid en inspektion av husets vattenposter upptäcktes inga läckage, men de flesta av armaturerna är från tiden då huset byggdes. Därför kunde husägaren möjligtvis spara en del energi genom att byta till vattensnålare armaturer.

Varmvattenberedarens roll i egnahemshuset är inte så stor på grund av att oljeuppvärmningssystemet inte egentligen kräver en varmvattenberedare för att fungera, dessutom är den till volymen väldigt liten. Därmed är inte byte av varmvattenberedare lönsamt.

## 5.2 Oljepannan och brännaren

En gammal oljepanna har samma nackdelar som en gammal varmvattenberedare, d.v.s. högre värmeförluster jämfört med nyare och modernare modeller. Det lönar sig inte att byta ut den befintliga oljepannan så länge den fungerar. Men man kan undersöka ifall modellen går att förbättra på andra sätt, t.ex. genom att förbättra isoleringen. Dagens oljebrännare är effektivare, har en bättre förbränning samt renare avgaser. Med en ny oljebrännare, som optimerats på rätt sätt, kan man spara upp till 10 procent olja per år. En ny oljebrännare kostar cirka 600-1000 euro installerad. Energibesparingen med en ny brännare kan vara upp till 150 euro per år vilket betyder en återbetalningstid på 5-10 år. [1, s37]

Oljebrännaren i huset är bytt år 2011 och pannan är från året då huset byggdes. Därför medger inte denna åtgärd märkvärdiga energibesparingar och är därmed inte heller lönsam.



Figur 3 Oljebrännaren från 2011

## 6 BYTE TILL ETT ENERGIEFFEKTIVARE VÄRMESYSTEM

Eftersom största delen av energianvändningen i ett egnahemshus går till att värma upp huset kan det vara lönsamt att kolla efter alternativa värmesystem. Ett nytt värmesystem kan kräva en investering på upp till 20 000 €. Men oftast medför en större investering lägre energikostnader. [1, s161]

### 6.1 Oljans prisutveckling

I ett oljeuppvärmt hus är man beroende av olja och därmed inverkar priset på olja de årliga uppvärmningskostnaderna. Priset för uppvärmningsolja har nästan fördubblats under de senaste 10 åren. En exakt prognos över framtidens oljepriser är omöjlig. Men troligtvis kommer priset att fortsätta stiga. [14, s13]



Figur 4 Oljans prisutveckling under de senaste 10 åren. [23]

### 6.2 Energibehovet

Vid byte av värmesystem är det viktigt att veta husets energibehov.

Eftersom oljepannan och eldstäder inte har en verkningsgrad på 100 % är inte energiförbrukning det samma som energibehovet. Energibehovet beräknas enligt följande formel:

$$\text{Tillförd energi} \times \text{verkningsgrad} = \text{husets energibehov} \quad [1, \text{s117}]$$

En oljepanna har en årlig verkningsgrad på ungefär 90 %. [14, s24]

Magasinerande eldstäder har en verkningsgrad på ungefär 80 %. [14, s30]

Uppvärmningssystemets energibehov blir då.

$$26200 \text{ kWh} \times 0,90 = 23580 \text{ kWh}$$

Eldstädernas energibehov blir då:

$$7500 \text{ kWh} \times 0,8 = 6000 \text{ kWh}$$

Husets totala energibehov för uppvärmning är då:

$$6000 \text{ kWh} + 23580 \text{ kWh} = 27350 \text{ kWh}$$

Vid val av ett nytt värmesystem skall man beräkna med uppvärmningssystemets energibehov, eftersom ved eldningen i eldstäderna antas fortsätta på samma vis.

### 6.3 Jordvärme eller bergvärme

En jord-, eller bergvärmepump hämtar värme från ett borrhål eller en nedgrävd slinga i jorden. Jordvärmepumpens bästa egenskap är energieffektiviteten. En jordvärmepump har en värmefaktor (COP) på ungefär 3. Det betyder att 2/3 av värmepumpens producerade värmeenergi är energi från jorden och att 1/3 av värmeenergin är producerad med el, eftersom kompressorn i värmepumpen kräver el för att fungera. Jordvärme kräver en rätt så stor investering, ungefär 15 000 – 20 000 € beroende på husets storlek. Men driftkostnaderna är väldigt små och systemet kräver väldigt lite underhåll. [14, s17]

Om vi uppskattar att en jordvärmepump anskaffas till huset för en investering på 20 000 € blir det följande besparingar:

Husets värmesystem har ett energibehov på 23 580 kWh.

Med en jordvärmepump, med värmefaktorn 3, blir elenergi behovet då:

$$23580 \text{ kWh} \div 3 = \mathbf{7860 \text{ kWh}}$$

De årliga energibesparingarna på köpt energi blir då:

$$23580 \text{ kWh} - 7860 \text{ kWh} = \mathbf{15\,720 \text{ kWh}}$$

De årliga uppvärmningskostnaderna med en jordvärmepump blir:

Priset på el är 0,0971 €/kWh. [2]

$$0,0971 \text{ €/kWh} \times 7860 \text{ kWh} = 763,2 \text{ €}$$

De årliga energibesparingskostnaderna blir då:

$$2842 \text{ €} - 763 \text{ €} = 2079 \text{ €}$$

Återbetalningstiden på en investering på 20 000 € blir då:

$$20\,000 \text{ €} \div 2079 \text{ €/a} = 9,6 \text{ år} \approx \mathbf{10 \text{ år}}$$

## 6.4 Luftvattenvärmepump

En luftvattenvärmepump samlar värme från uteluften, som sedan distribueras i ett vattenburet värmesystem. Till skillnad från jordvärmepumpen behöver luftvattenvärmepumpen ett reservsystem då det är riktigt kallt, eftersom pumpen producerar mindre värme då. Som reservsystem fungerar t.ex. elmotstånd. En luftvattenvärmepump har en årlig värmefaktor på ungefär 2. En luftvattenvärmepump är en betydligt billigare investering jämfört med ett jordvärmesystem, men driftkostnaderna är högre. Investeringen varierar mellan 10 000 – 15 000 €. [14, s18]

Om vi uppskattar att en luftvattenvärmepump anskaffas till huset för en investering på 12 000 € blir det följande besparingar:

Husets värmesystem har ett energibehov på 23 580 kWh.

Med en luftvattenvärmepump, med värmefaktorn 2, blir elenergi behovet då:

$$23580 \text{ kWh} \div 2 = \mathbf{11\,790 \text{ kWh}}$$

De årliga energibesparingarna på köpt energi blir då:

$$23580 \text{ kWh} - 11790 \text{ kWh} = \mathbf{11790 \text{ kWh}}$$

De årliga uppvärmningskostnaderna med en jordvärmepump blir då:

Priset på el är 0,0971 €/kWh. [2]

$$0,0971 \text{ €/kWh} \times 11790 \text{ kWh} = 1144,8 \text{ €}$$

De årliga energibesparingskostnaderna blir då:

$$2842 \text{ €} - 1145 \text{ €} = 1697 \text{ €}$$

Återbetalningstiden på en investering på 12 000 € blir då:

$$12\,000 \text{ €} \div 1697 \text{ €} \approx 7 \text{ år}$$

## 6.5 Pelletsvärmning

Pellets är ett på träd baserat bibränsle. Pellets består av kutterspån, sågspån och hyvelspån, som är en biprodukt av såg- och snickeriindustrin, som sedan pressas till pellets. Pellets är ett inhemskt bränsle och bränslets miljöpåverkan är liten. En kubik pellets har samma mängd energi som 300-330 liter lätt brännolja. Ett pelletsvärmesystem består av en brännare och en panna. Dessutom behövs det ett förvaringsutrymme. Pellets förvaras i en silo som i ett egnahemshus är omkring 8 m<sup>3</sup> till volym. Ett pelletsvärmesystem kräver underhåll ungefär 2-3 gånger om året. Ett pelletsvärmesystem kräver en investering på 9000 – 15 000 €. [14] [22]

Om vi uppskattar att en pelletspanna anskaffas till huset för en investering på 12 000 €.

Uppvärmningskostnaderna för pellets är ungefär 0,053 €/kWh. [22]

En pellets panna har en verkningsgrad på ungefär 85 % [1, s57]

$$23580 \text{ kWh} \times 1,15 = 27117 \text{ kWh}$$

$$27117 \text{ kWh} \times 0,053 \text{ €/kWh} = 1437,2 \text{ €}$$

Besparingarna i de årliga uppvärmningskostnaderna blir då:

$$2882 \text{ €} - 1437 \text{ €} = 1445 \text{ €}$$

En investering på 12 000 € har en återbetalnings tid på:

$$12\,000 \text{ €} \div 1445 \text{ €} \approx 8,5 \text{ år}$$

## 6.6 Hybridlösningar

Eftersom ett hus med oljeuppvärmning har vattenburen värme går det enkelt att kombinera olika hybridvärmesystem. Ett hus med hybridvärmesystem använder två eller flera system för att värma huset. Ett hybridssystem är uttänkt så att, under olika årstider, kunna producera värme så billigt som möjligt. En vanlig hybridlösning är solvärme. Ett solvärmesystem består av en eller flera solfångare, en beredare samt en pump. Solfångaren fungerar mest då den är riktad mot söder i en vinkel på 30-60 grader. I ett oljeuppvärmt hus kan man producera 10 – 30 % av värmebehovet med hjälp av värme från solen. Ett solvärmesystem kräver väldigt lite underhåll. Ett solvärmesystem kostar installerat till ett egnahemshus ungefär 4000 – 5000 €. [13] [14, s17]

Om ett solvärmessystem ansluts som hybridssystem tillsammans med oljepanna blir energibesparingarna ungefär:

Om solsystemet minskar på energin för uppvärmning årligen med 20 %

$$26200 \text{ kWh} \times 0,2 = 5240 \text{ kWh}$$

I värmekostnader betyder det:

$$5240 \text{ kWh} \times 0,11 \text{ €/kWh} = 576,4 \text{ €/a}$$

Återbetalningstiden för ett system på 4500 € blir då:

$$4500 \text{ €} \div 576,4 \text{ €} \approx \mathbf{8 \text{ år}}$$

## 7 LUFTLÄCKAGE

Med luftläckage menar man värme som läcker ut genom byggnadens springor och hål. Luftläckage är vanliga i gamla hus, men kan också förekomma i nyare hus. Luftläckage förekommer i egnahemshus vid dörrar och fönster samt vid fästet mellan vägg och vindsbjälklag. Luftläckage som förekommer mellan vägg och vindsbjälklag är svåra att tätta eftersom de förekommer inne i konstruktionerna. Luftläckage som förekommer i fönster och dörrar är däremot snabba och enkla att tätta. Luftläckage i dörrar sker vanligen vid tätningen. Tätningar i dörrar slits med tiden och bör därför kontrolleras med jämna mellanrum. Luftläckage upptäcks bäst med hjälp av en värmekamera. [7]

### 7.1 Värmefotografering

Huset fotograferades med värmekamera tidigt på morgonen den 26.03.2014. Utomhus var det  $-7^{\circ}\text{C}$  och innetemperaturen var  $22^{\circ}\text{C}$  vilket gav en temperatur skillnad på  $28^{\circ}\text{C}$ . Tanken med fotograferingen var att upptäcka luftläckage.

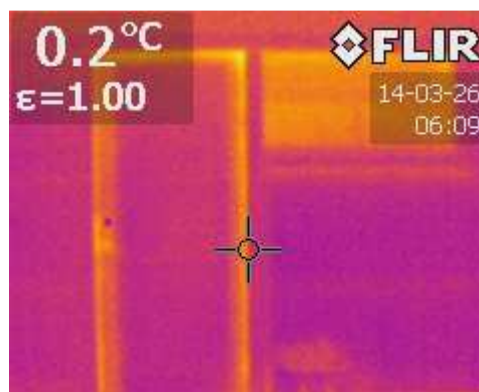


Bild 5 Värmeläckage i en av ytterdörrarna

Resultaten efter fotograferingen blev följande:

- Alla ytterdörrar har någon form av värmeläckage genom tätningarna.
- Värmeläckagen i fönster konstruktionerna är minimala.
- Värmeläckage på grund av byggnadsfel förekommer inte.

Utav resultaten från värmefotograferingen kan man konstatera att alla ytterdörrars tätningar borde granskas.



## 8 VÄRMEFÖRLUSTER I KONSTRUKTIONER

Värmeförluster genom yttertak, vinds- och bottenbjälklag går att utreda genom att beräkna. För att kunna beräkna måste konstruktionernas material kännas till.

### 8.1 Beräkning av värmeförluster

Med hjälp av Miljöministeriets anvisningar om beräkning av byggnaders energiförbrukning och effektbehov, del D5 i Finlands Byggbestämmelsesamling, kan värmeförlusterna i byggnadsdelar beräknas. [12]

Värmeförluster (Q) genom en byggnadsdel räknas med formeln:

$$Q = U \times A \times (T_s - T_u) \times \frac{\Delta t}{1000}$$

där

U = byggnadsdelens U-värde

A = byggnadsdelens area

T<sub>s</sub> = inomhustemperatur

T<sub>u</sub> = utetemperatur

Δt = tidsintervall i timmar (h)

1000 = koefficient för omvandling till kWh

Beräkning av byggnadsdelars U-värde beskrivs i Miljöministeriets förordning om värmeisolering, del C4 i Finlands Byggbestämmelsesamling. [10]

Formeln för U-värdet är:

$$U = 1 \div R_T$$

där

R<sub>T</sub> är väggens totala värmemotstånd.

Formeln för R<sub>T</sub> är

$$R_T = R_{si} + R_1 + R_2 + R_3 + \dots R_g + R_b + R_{q1} + R_{q1} + \dots R_{se}$$

där

R<sub>1</sub>, R<sub>2</sub> och R<sub>3</sub> är de olika materialens värmemotstånd

R<sub>si</sub> och R<sub>se</sub> är summan av övergångsmotståndet på inner- och ytersida (Värden fås från tabell 5 i byggbestämmelsesamlingens C4 på sid 16)

$R_b$  är markens värmemotstånd (Värden fås från Tabell 2 i byggbestämmelsesamlingens C4 på sid 16)

$R_g$  är värmemotstånd för luftskikt i byggnadsdel (Värden fås från tabell 4 i byggbestämmelsesamlingen C4 på sid 17)

$R_q$  är värmemotstånd för tunna materialskikt (Värden fås från tabell 5 i byggbestämmelsesamlingen C4 på sid 17)

Formeln för materialens värmemotstånd är

$$R = d \div \lambda$$

där

$d$  är materialets tjocklek i meter

$\lambda$  är materialets värmekonduktivitet (Värden fås från tabell 1 i byggbestämmelsesamlingens C4 på sid 10-15)

## 8.2 Beräkning av värmeförluster i konstruktioner

### 8.2.1 Ytterväggar

Nedre våningens ytterväggar består av följande material och tjocklekar:

1. Tapet 1 mm
2. Gipsskiva 13 mm
3. Fuktspärr 0,2 mm
4. Mineralullisolering 50 mm
5. Murblock i lättgrusbetong 290 mm
6. Cementtrappning + stenkrossputs 20 mm

Övre våningens ytterväggar består av:

1. Tapet 1 mm
2. Gipsskiva 13 mm
3. Fuktspärr 0,2 mm
4. Mineralullsisolering 225 mm
5. Vindskyddskiva 13 mm
6. Ventilerad luftspalt + spikregel 10 mm
7. Träfasad 23 mm

Eftersom nedre och övre våningens ytterväggar skiljer sig konstruktionsmässigt, måste värmeförlusterna för övre och nedre våningen räknas separat.

Nedre våningens ytterväggar beräknas först. Eftersom väggen är till ungefär 50 % under mark är värmeförlusterna olika. Det betyder att väggen måste beaktas som två olika.

Värmeförlusterna som sker i väggen som inte är i kontakt med mark beräknas.

$$R_{si} = 0,13$$

$$\text{Tapet } R_{q1} = 0,02 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$\text{Gipsskiva } R_1$$

$$0,013 \text{ m} \div 0,20 \text{ W/mK} = 0,065 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$\text{Fuktspärr } R_{q2} = 0,04 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$\text{Mineralull } R_3$$

$$0,05 \text{ m} \div 0,045 \text{ W/mK} = 1,111 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$\text{Murblock i lättgrusbetong } R_4$$

$$0,290 \text{ m} \div 0,22 \text{ W/mK} = 1,318 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$\text{Cementtrappning + stenkrossputs } R_5$$

$$0,02 \text{ m} \div 0,7 \text{ W/mK} = 0,029 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$R_{se} = 0,04$$

Väggens totala värmemotstånd  $R_T$  kan nu beräknas

$$R_T = 0,13 + 0,02 + 0,065 + 0,04 + 1,111 + 1,318 + 0,029 + 0,04 = 2,753 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Väggens u-värde går nu att beräknas.

$$U = \frac{1}{2,753} = 0,36 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Väggens värmeförluster på årsnivå räknas.

Vi vet att

$$U = 0,36 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$A = 51 \text{ m}^2 \text{ (från husets ritning, se bilaga 1)}$$

$$T_s = 22 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_u = 5,3 \text{ }^\circ\text{C} \text{ (årlig medeltemperatur, tabell L2.1 i byggbestämmelsesamlingens D3) [11]}$$

$$\Delta t = 8760 \text{ h (timmar i ett år)}$$

$$Q = 0,36 \times 51 \times (22 - 5,3) \times \frac{8760}{1000} = 2685,9 \text{ kWh/a}$$

Nu utförs samma beräkningar för väggen som är under mark.

$$R_{si} = 0,13$$

$$\text{Tapet } R_{q1} = 0,02 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$\text{Gipsskiva } R_1$$

$$0,013 \text{ m} \div 0,20 \text{ W/mK} = 0,065 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$\text{Fuktspärr } R_{q2} = 0,04 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$\text{Mineralull } R_3$$

$$0,05 \text{ m} \div 0,045 \text{ W/mK} = 1,111 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$\text{Murblock i lättgrusbetong } R_4$$

$$0,290 \text{ m} \div 0,22 \text{ W/mK} = 1,318 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$\text{Cementtrappning + stenkrossputs } R_5$$

$$0,02 \text{ m} \div 0,7 \text{ W/mK} = 0,029 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_{se} = 0,04$$

Markens värmemotstånd  $R_g$  är  $0,4 \text{ m}^2\text{K/W}$  vid ett djup på  $> 1 \text{ m}$  och  $1,6 \text{ m}^2\text{K/W}$  vid ett djup på  $< 1 \text{ m}$ . Eftersom väggen är till ungefär hälften under 1 meter används ett värmemotstånd som är mittemellan, dvs.  $1 \text{ m}^2\text{K/W}$ , för att underlätta beräkningarna.

Väggens totala värmemotstånd  $R_T$  kan nu beräknas

$$R_T = 0,13 + 0,02 + 0,065 + 0,04 + 1,111 + 1,318 + 0,029 + 1 + 0,04 \\ = 3,753 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Väggens u-värde går nu att beräknas.

$$U = \frac{1}{3,753} = 0,27 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}}$$

Väggens värmeförluster på årsnivå räknas.

Vi vet att

$$U = 0,27 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$A = 51 \text{ m}^2 \text{ (från husets ritning, se bilaga 1)}$$

$$T_s = 22 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_u = 5,3 \text{ }^\circ\text{C} \text{ (årlig medeltemperatur, tabell L2.1 i byggbestämmelsesamlingens D3) [11]}$$

$$\Delta t = 8760 \text{ h (timmar i ett år)}$$

$$Q = 0,27 \times 51 \times (22 - 5,3) \times \frac{8760}{1000} = 2014,4 \text{ kWh/a}$$

Nedre våningens ytterväggars totala värmeförluster är.

$$2685,9 \text{ kWh} + 2014,4 \text{ kWh} = 4700,3 \text{ kWh} \approx \mathbf{4700 \text{ kWh}}$$

Nu utförs samma beräkningar för övre våningens ytterväggar.

$$R_{si} = 0,13$$

$$\text{Tapet } R_{q1} = 0,02 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$\text{Gipsskiva } R_6$$

$$0,013 \text{ m} \div 0,2 \text{ W/mK} = 0,065 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$\text{Fuktspärr } R_{q2} = 0,04 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$\text{Isolering } R_4$$

$$0,225 \text{ m} \div 0,045 \text{ W/mK} = 5 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Vindskyddsskiva  $R_3$

$$0,013m \div 0,055 W/mK = 0,236 m^2K/W$$

Luftspalt  $R_g = 0,15 m^2 K/W$

Träfasad  $R_1$

$$0,023 \div 0,1 = 0,23 m^2K/W$$

$R_{se} = 0,04$

Väggens totala värmemotstånd  $R_T$  beräknas

$$\begin{aligned} R_T &= 0,13 + 0,02 + 0,065 + 0,04 + 5 + 0,236 + 0,15 + 0,23 + 0,04 \\ &= 5,911 m^2K/W \end{aligned}$$

Väggens U-värde blir då

$$U = \frac{1}{5,911} = 0,17 W/m^2K$$

Vi vet att

$$U = 0,17 W/m^2K$$

$A = 108 m^2$  (från husets ritning, se bilaga 1)

$$T_s = 22 ^\circ C$$

$T_u = 5,3 ^\circ C$  (årlig medeltemperatur, tabell L2.1 i byggbestämmelsesamlingens D3) [11]

$\Delta t = 8760 h$  (timmar i ett år)

$$Q = 0,17 \times 108 \times (22 - 5,3) \times \frac{8760}{1000} = 2685,9 kWh/a \approx \mathbf{2700 kWh/a}$$

### 8.2.2 Vindsbjälklag

Vindsbjälklaget består av:

1. Träpanel 13 mm
2. Luftspalt 22 mm
3. Fuktspärr 0,2 mm
4. Mineralull isolering 100 mm
5. Stenull isolering 200 mm
6. Ventilerat utrymme + tak

Materialens värmemotstånd beräknas:

$$R_{si} = 0,1$$

Träpanel  $R_1$

$$0,013 \text{ m} \div 0,1 \text{ W/mK} = 0,13 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Luftspalt  $R_g = 0,16 \text{ m}^2\text{K/W}$

Fuktspärr  $R_{q2} = 0,02 \text{ m}^2 \text{ K/W}$

Mineralull  $R_3$

$$0,1 \text{ m} \div 0,045 \text{ W/mK} = 2,222 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Stenull  $R_4$

$$0,2 \text{ m} \div 0,05 \text{ W/mK} = 4 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Ventilerat utrymme + tak  $R_g = 0,2 \text{ m}^2\text{K/W}$

$$R_{se} = 0,04$$

Totala värmemotståndet  $R_T$  kan nu beräknas

$$R_T = 0,10 + 0,13 + 0,15 + 0,04 + 2,222 + 4 + 0,2 + 0,04 = 6,87 \text{ m}^2\text{K/W}$$

U-värde går nu att beräknas

$$U = \frac{1}{6,87} = 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Vindsbjälkslagets värmeförluster på årsnivå beräknas

$$U = 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$A = 121 \text{ m}^2$  (från husets ritning, se bilaga 1)

$$T_s = 22 \text{ }^\circ\text{C}$$

$T_u = 5,3 \text{ }^\circ\text{C}$  (årlig medeltemperatur, tabell L2.1 i byggbestämmelsesamlingens D3) [11]

$\Delta t = 8760 \text{ h}$  (timmar i ett år)

$$Q = 0,15 \times 121 \times (22 - 5,3) \times \frac{8760}{1000} = 2655,2 \text{ kWh/a} \approx \mathbf{2700 \text{ kWh/a}}$$

### 8.2.3 Bottenbjälklag

Husets bottenbjälklag består av.

1. Golvplattor i sten 10 mm
2. Golvmassa cementbaserad ca 5 mm
3. Betongplatta på 100 mm
4. Golvisolering 100 mm polystyren, på yttre sidan tjälskydd 100 mm polystyren
5. Fuktspärr 0,2 mm
6. Kapillärbrytande krossgrusbädd + sandlager

Materialens värmemotstånd beräknas.

$$R_{si} = 0,17$$

$R_1$  Golvplattor

$$0,01m \div 2 W/mK \approx 0 m^2K/W$$

$R_2$  Golvmassa cementbaserad

$$0,005m \div 0,7 W/mK = 0,007 m^2K/W$$

$R_3$  Betong

$$0,1m \div 0,15 W/mK = 0,666 m^2K/W$$

$R_4$  Golvisolering

$$0,1m \div 0,05 W/mK = 2 m^2K/W$$

$R_q$  Fuktspärr  $0,04 m^2 K/W$

$$R_{se} = 0,04$$

Grus mark  $R_b =$

Markgrundens värmemotstånd  $R_b$  är i mark under golvplatta  $3,2 m^2K/W$  i bottenbjälklagets inre fält. Med inre fält menas den del av golvplattan som är 1 meter innesom sockeln. Markgrundens värmemotstånd i golvplattans rand fält är  $0,8 m^2K/W$ . Med rand fält menas den del av golvplattan som är mellan sockeln och inre fältet. Det totala värmemotståndet måste beräknas skilt för inre fältet och rand fältet.



Totala värmemotståndet  $R_T$  i golvplattans inre fält beräknas.

$$R_T = 0,17 + 0 + 0,007 + 0,666 + 2 + 0,04 + 0,04 + 3,2 = 6,12 \frac{m^2 K}{W}$$

U-värdet i inre fältet blir:

$$U = \frac{1}{6,12} = 0,16 W/m^2 K$$

Totala värmemotståndet  $R_T$  i golvplattans randfält beräknas

$$R_T = 0,17 + 0 + 0,007 + 0,666 + 2 + 0,04 + 0,04 + 0,8 = 3,7 m^2 K/W$$

U-värdet i randfältet blir:

$$U = \frac{1}{3,7} = 0,27 W/m^2 K$$

Bottenbjälklagets värmeförluster, i inre fältet, på årsnivå beräknas

$$U = 0,16 W/m^2 K$$

$$A = 75 m^2 \text{ (från husets ritning, se bilaga 1)}$$

$$T_s = 22^\circ C$$

$$T_m = 10,3^\circ C \text{ (årlig medeltemperatur, tabell L2.1 i byggbestämmelsesamlingens D3) [11]}$$

$$\Delta t = 8760 \text{ h (timmar i ett år)}$$

$$Q = 0,16 \times 75 \times (22 - 10,3) \times \frac{8760}{1000} = 1229,9 kWh/a$$

Bottenbjälklagets värmeförluster, i rand fältet, på årsnivå beräknas

$$U = 0,27 W/m^2 K$$

$$A = 46 m^2 \text{ (från husets ritning, se bilaga 1)}$$

$$T_s = 22^\circ C$$

$$T_m = 10,3^\circ C \text{ (årlig medeltemperatur, tabell L2.1 i byggbestämmelsesamlingens D3) [11]}$$

$$\Delta t = 8760 \text{ h (timmar i ett år)}$$

$$Q = 0,27 \times 46 \times (22 - 10,3) \times \frac{8760}{1000} = 1272,9 kWh/a$$

Totala värmeförlusterna i bottenbjälklaget är:

$$1229,9 \text{ kWh} + 1272,9 \text{ kWh} = 2502,8 \text{ kWh/a} \approx \mathbf{2500 \text{ kWh/a}}$$

#### 8.2.4 Totala värmeförluster i konstruktionerna

Värmeförlusterna är i konstruktionerna enligt följande:

Nedre våningens ytterväggar: **4700 kWh/a**

Övre våningens ytterväggar: **2700 kWh/a**

Vindbjälklaget: **2700 kWh/a**

Bottenbjälklaget: **2500 kWh/a**

Totalt: **12 600 kWh/a**

### 8.3 Tilläggsisolera

Genom att tilläggsisolera byggnadens ytterskal kan man förbättra byggnadens energifektivitet. En stor mängd värme kan förloras genom ytterskalet ifall isoleringen inte är tillräcklig. Men eftersom varje hus är individuellt bör man planera i förväg var det behövs tilläggsisolering och när det lönar sig att utföra arbetet. I vanliga fall lönar det sig att tilläggsisolera i samband med en renovering. Då man tilläggsisolerar delar av ytterskalet bör man anlita en yrkeskunnig person. Eftersom tilläggsisolering inte bara handlar om att installera mera isolering, utan den ökade mängden isolering ändrar också på ytterskalets fukttekniska funktion och därför bör man ha koll på byggnadsfysiken. [5]

Tilläggsisolering av ytterväggarna utförs oftast i samband med en fasadrenovering. Eftersom konstruktioner måste tas upp och ändras om för att få plats för den ökade mängden isolering i väggen. En hel och felfri yttervägg lönar sig i de flesta fall inte att tilläggsisolera. En yttervägg går antingen att tilläggsisolera utifrån eller inifrån. Att tilläggsisolera utifrån är det vanligaste sättet att tilläggsisolera. Men man kan också utföra en invändig tilläggsisolering. I vissa fall kan konstruktionen vara sådan att endast tilläggsisolering från ett håll går att utföra. Stenhus går i vanliga fall inte att tilläggsisolera utifrån, utan då utförs tilläggsisoleringen invändigt. Då man utför en invändig tilläggsisolering minskar bostadsytan alltid, eftersom man ökar väggens tjocklek inåt. Enbart på

grund av att spara energi är en tilläggsisolering av väggarna endast lönsam på hus som är byggda på 1970-talet eller tidigare. I nyare hus är tilläggsisolering oftast lönsam endast i samband med en fasadrenovering. Tilläggsisolering av väggar kan också vara lönsamt i nyare hus om isoleringen har tryckts ihop sig eller ifall byggnadsfel förekommit. [5]

Vindsbjälklaget är den enklaste delen av byggnadens yterskal att tilläggsisolera. I vanliga fall behövs inga konstruktioner rivas eller ändras vid en tilläggsisolering av vindsbjälklaget. Tilläggsisoleringen görs i de flesta fall genom att blåsa stenull, vilket gör att det är snabbt, enkelt och billigt. Arbetet går att utföra på ungefär 2 – 3 timmar. Detta betyder att tilläggsisolering av vindsbjälklaget ofta är mycket kostnadseffektivt. Det lönar sig att ha så mycket isolering som det är tekniskt möjligt i vindsbjälklaget. Experter rekommenderar att vindsbjälklagets isolerings tjocklek är minst 500 mm. Hus byggda före 2000-talet har oftast mindre isolering än 500 millimeter. [16] [9]

Som energibesparings åtgärd är tilläggsisolering av bottenbjälklag inte lönsamt. Att tilläggsisolera bottenbjälklaget är på samma sätt som tilläggsisolering av yttrevägg ett arbete som kräver att konstruktioner tas bort eller rivs före arbetet. Därför lönar det sig oftast att tilläggsisolera bottenbjälklaget först i samband med andra åtgärder t.ex. en golvrenovering. I hus med ett bottenbjälklag mot mark kan man endast tilläggsisolera uppåt, vilket betyder att golvet måste rivas. Ifall isoleringen i bottenbjälklaget är under golvplattan går det inte att tilläggsisolera. [15]

## **8.4 Beräkning av värmeförluster i tilläggsisolerade konstruktioner**

För att utreda vilken påverkan en möjlig tilläggsisolering har på värmeförlusterna, beräknas ytterväggarnas och vindbjälklagets värmeförluster på nytt med mera isolering. Bottenbjälklaget beräknas inte eftersom det inte är möjligt att utföra tilläggsisolering i golvet på grund av att isoleringen är under golvplattan.

### 8.4.1 Ytterväggar

Vanlig tjocklek för mineralulls skivor som används för isolering är 50 mm och 100 mm.

Vi utgår från att väggarnas isolering ökas med 100 mm.

Värmeförlusterna som sker i väggen som inte är i kontakt med mark beräknas.

$$R_{si} = 0,13$$

$$\text{Tapet } R_{q1} = 0,02 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$\text{Gipsskiva } R_1$$

$$0,013 \text{ m} \div 0,20 \text{ W/mK} = 0,065 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$\text{Fuktspärr } R_{q2} = 0,04 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$\text{Mineralull } R_3$$

$$(0,05 \text{ m} + 0,1 \text{ m}) \div 0,045 \text{ W/mK} = 3,333 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$\text{Murblock i lättgrusbetong } R_4$$

$$0,290 \text{ m} \div 0,22 \text{ W/mK} = 1,318 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$\text{Cementtrappning + stenkrossputs } R_5$$

$$0,02 \text{ m} \div 0,7 \text{ W/mK} = 0,029 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$R_{se} = 0,04$$

$$R_T \text{ blir då}$$

$$R_T = 0,13 + 0,02 + 0,065 + 0,04 + 3,333 + 1,318 + 0,029 + 0,04 = 4,975 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$U \text{ blir då}$$

$$U = \frac{1}{4,975} = 0,20 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

Väggens värmeförluster på årsnivå räknas.

Vi vet att

$$U = 0,2 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

$$A = 51 \text{ m}^2$$

$$T_s = 22 \text{ }^\circ \text{ C}$$

$$T_u = 5,3 \text{ } ^\circ \text{C}$$

$$\Delta t = 8760 \text{ h}$$

Q blir då

$$Q = 0,20 \times 51 \times (22 - 5,3) \times \frac{8760}{1000} = 1492,1 \text{ kWh/a}$$

Nu utförs samma beräkningar för väggen som är under mark.

$$R_{si} = 0,13$$

$$\text{Tapet } R_{q1} = 0,02 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

Gipsskiva  $R_1$

$$0,013 \text{ m} \div 0,20 \text{ W/mK} = 0,065 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$\text{Fuktspärr } R_{q2} = 0,04 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

Mineralull  $R_3$

$$(0,1 \text{ m} + 0,05 \text{ m}) \div 0,045 \text{ W/mK} = 3,333 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

Murblock i lättgrusbetong  $R_4$

$$0,290 \text{ m} \div 0,22 \text{ W/mK} = 1,318 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

Cementtrappning + stenkrossputs  $R_5$

$$0,02 \text{ m} \div 0,7 \text{ W/mK} = 0,029 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$R_{se} = 0,04$$

Markens värmemotstånd  $R_g$  är  $0,4 \text{ m}^2 \text{ K/W}$  vid ett djup på  $> 1 \text{ m}$  och  $1,6 \text{ m}^2 \text{ K/W}$  vid ett djup på  $< 1 \text{ m}$ . Eftersom väggen är till ungefär hälften under 1 meter används ett värmemotstånd som är mittemellan, dvs.  $1 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ , för att underlätta beräkningarna.

Väggens totala värmemotstånd  $R_T$  kan nu beräknas

$$\begin{aligned} R_T &= 0,13 + 0,02 + 0,065 + 0,04 + 3,333 + 1,318 + 0,029 + 1 + 0,04 \\ &= 5,975 \text{ m}^2 \text{ K/W} \end{aligned}$$

Väggens u-värde beräknas.

$$U = \frac{1}{5,975} = 0,17 \text{ W/m}^2 \text{ K}$$

Väggens värmeförluster på årsnivå beräknas.

Vi vet att

$$U = 0,17 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$A = 51 \text{ m}^2$$

$$T_s = 22 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_u = 5,3 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\Delta t = 8760 \text{ h}$$

$$Q = 0,17 \times 51 \times (22 - 5,3) \times \frac{8760}{1000} = 1268,4 \text{ kWh/a}$$

Nedre våningens ytterväggars totala värmeförluster som tilläggsisolerade är.

$$1492,1 \text{ kWh} + 1268,4 \text{ kWh} = 2760,5 \text{ kWh/a} \approx \mathbf{2800 \text{ kWh/a}}$$

Övre våningens ytterväggars värmeförluster beräknas med 100 mm tilläggsisolering.

$$R_{si} = 0,13$$

$$\text{Tapet } R_{q1} = 0,02 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$\text{Gipsskiva } R_6$$

$$0,013 \text{ m} \div 0,2 \text{ W/mK} = 0,065 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$\text{Fuktspärr } R_{q2} = 0,04 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$\text{Isolering } R_4$$

$$(0,225 \text{ m} + 0,1 \text{ m}) \div 0,045 \text{ W/mK} = 7,222 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$\text{Vindskyddsskiva } R_3$$

$$0,013 \text{ m} \div 0,055 \text{ W/mK} = 0,236 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$\text{Luftspalt } R_g = 0,15 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

$$\text{Träfasad } R_1$$

$$0,023 \div 0,1 = 0,23 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$R_{se} = 0,04$$

$R_T$  blir då.

$$R_T = 0,13 + 0,03 + 0,065 + 0,04 + 7,722 + 0,236 + 0,15 + 0,23 + 0,04 \\ = 8,643 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$U$  blir då.

$$U = \frac{1}{8,643} = 0,12 \frac{\text{W}}{\text{m}^2\text{K}}$$

Väggens värmeförluster på årsnivå beräknas.

Vi vet att

$$U = 0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$A = 108 \text{ m}^2$$

$$T_s = 22 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_u = 5,3 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\Delta t = 8760 \text{ h}$$

$Q$  blir då.

$$Q = 0,12 \times 108 \times (22 - 5,3) \times \frac{8760}{1000} = 1895,94 \text{ kWh/a} \approx \mathbf{1900 \text{ kWh/a}}$$

#### 8.4.2 Vindsbjälklag

För att uppnå en tjocklek på 500 mm i isoleringen måste 200 mm stenull appliceras till vindsbjälklaget. Värmeförlusterna minskar då enligt följande:

Beräkning av vindsbjälklaget som tilläggsisolerad.

$$R_{si} = 0,1$$

Träpanel  $R_1$

$$0,013 \text{ m} \div 0,1 \text{ W/mK} = 0,13 \frac{\text{m}^2\text{K}}{\text{W}}$$

$$\text{Luftspalt } R_g = 0,16 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$$\text{Fuktsärr } R_{q2} = 0,04 \text{ m}^2 \text{ K/W}$$

Mineralull  $R_3$

$$0,1 \text{ m} \div 0,045 \text{ W/mK} = 2,222 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Stenull  $R_4$

$$(0,2\text{m} + 0,2\text{m}) \div 0,05 \text{ W/mK} = 8 \text{ m}^2\text{K/W}$$

Ventilerat utrymme + tak  $R_g = 0,2 \text{ m}^2\text{K/W}$

$$R_{se} = 0,04$$

$R_T$  blir då.

$$R_T = 0,10 + 0,13 + 0,16 + 0,02 + 2,222 + 8 + 0,2 + 0,04 = 10,88 \text{ m}^2\text{K/W}$$

$U$  blir då.

$$U = \frac{1}{10,88} = 0,09 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U = 0,09 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$A = 121 \text{ m}^2 \text{ (från husets ritning, se bilaga 1)}$$

$$T_s = 22 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$T_u = 5,3 \text{ }^\circ\text{C}$$

$$\Delta t = 8760 \text{ h (timmar i ett år)}$$

$Q$  blir då.

$$Q = 0,09 \times 121 \times (22 - 5,3) \times \frac{8760}{1000} = 1593,1 \text{ kWh/a} \approx \mathbf{1600 \text{ kWh/a}}$$

## 8.5 Energibesparingarna som uppnås med tilläggsisolering

### 8.5.1 I ytterväggarna

Nedre våningens ytterväggar har i nuvarande konstruktion en värmeförlust på 4700 kWh/år. Med en tilläggsisolering på 100 mm minskar värmeförlusterna till 2700 kWh/år. Besparingarna med tilläggsisolering per år blir då:

$$4700 \text{ kWh} - 2700 \text{ kWh} = \mathbf{2000 \text{ kWh/a}}$$



Uppvärmning med olja kostar 0,11 €/kWh

Besparingarna i uppvärmningskostnaderna per år blir då

$$2000 \text{ kWh} \times 0,11 \text{ €/kWh} = \mathbf{220 \text{ €}}$$

Övre våningens ytterväggar har i nuvarande konstruktion en värmeförlust på 2800 kWh/år. Med en tilläggsisolering på 100 mm minskar värmeförlusterna till 1900 kWh/år  
Besparingarna med tilläggsisolering blir då:

$$2800 \text{ kWh} - 1900 \text{ kWh} = \mathbf{900 \text{ kWh}}$$

Besparingarna i uppvärmningskostnaderna per år blir då:

$$900 \text{ kWh} \times 0,11 \text{ €} = \mathbf{99 \text{ €}}$$

### 8.5.2 I vindsbjälklaget

Vindsbjälklaget har i nuvarande konstruktion en värmeförlust på 2700 kWh/år.

Med en tilläggsisolering på 200 mm stenull minskar värmeförlusterna till 1600 kWh/år

Besparingarna med tilläggsisolering i vindsbjälklaget blir då:

$$2700 \text{ kWh} - 1600 \text{ kWh} = \mathbf{1100 \text{ kWh/a}}$$

Besparingarna i uppvärmningskostnaderna per år blir då:

$$1100 \text{ kWh} \times 0,11 \text{ €/kWh} = \mathbf{121 \text{ €}}$$

## 8.6 Lönsamheten

Nedre våningens ytterväggar har högre värmeförluster jämfört med övre våningens ytterväggar och därmed blir också besparingarna större ifall man tilläggsisolerar nedre våningens väggar. Därför lönar det sig i första hand att tilläggsisolera nedre våningens ytterväggar. En tilläggsisolering av nedre våningens ytterväggar minskar på uppvärmningskostnaderna med ungefär 220 € per år.

Eftersom nedre ytterväggen är byggd i lättgrusbetong, är endast en invändig tilläggsisolering möjlig. Om vi uppskattar att arbetet tar 2 veckor att utföra av två timmermän med en timdebitering på 50 €. Då blir arbeteskostnaderna:

$$((5 \times 8 \text{ h}) \times 2) \times 2 = 160 \text{ h}$$

$$160 \text{ h} \times 50 \text{ €} = 8000 \text{ €}$$

Materialkostnaderna blir:

$$\text{Gipsskiva } 4,33 \text{ €/m}^2 \quad [17]$$

$$\text{Isolering } 5,89 \text{ €/m}^2 \quad [18]$$

Ytterväggens area är  $102 \text{ m}^2$ .

$$102 \times 4,33 = 441,66 \text{ €}$$

$$102 \times 5,89 = 600,78 \text{ €}$$

$$600,78 \text{ €} + 441,66 \text{ €} = 1042,44 \text{ €}$$

Uppskattningsvis uppstår ännu 1000 € tilläggskostnader för annat byggnadsmaterial.

$$1042,44 \text{ €} + 1000 \text{ €} = 2042,44 \text{ €}$$

Den totala investeringskostnaden för tilläggsisolerande blir då:

$$2042 \text{ €} + 8000 \text{ €} = 10\,042 \text{ €}$$

Återbetalningstiden blir då:

$$10\,042 \text{ €} \div 220 \text{ €/a} \approx \mathbf{46 \text{ år}}$$

Med tanke på arbetsmängden och återbetalningstiden på 46 år är det inte lönsamt att tilläggsisolera nedre våningens ytterväggar enbart för att spara energi.

Vindsbjälklagets värmeförluster minskar med 1100 kWh/a vid en tilläggsisolering. Detta ger en besparing i värmekostnaderna på 121 €/a.

Tilläggsisolering, genom att blåsa stenull, kostar 40,3 €/m<sup>3</sup> [19]

Volymen för mängden stenull beräknas genom tjockleken  $m$  x arean

$$0,2 \text{ m} \times 121 \text{ m}^2 = 24,2 \text{ m}^3$$

Kostnaderna för tilläggsisoleringen blir:

$$24,2 \text{ m}^3 \times 40,3 \text{ €/m}^3 = 975,2 \text{ €}$$

Återbetalningstiden blir:

$$975 \text{ €} \div 121 \text{ €/a} \approx 8 \text{ år}$$

Med tanke på att tilläggsisolering av vindsbjälklaget är enkelt och snabbt att utföra och investeringen är rimlig lönar det sig att tilläggsisolera vindsbjälklaget.

## 9 MINSKA PÅ VÄRMEFÖRLUSTER I FÖNSTER

Fönstren är oftast den delen av ytterskalet som har de största värmeförlusterna. Förlusterna kan vara till och med omkring 15 – 20 procent. Men att byta ut fönster till nya modernare fönster med bättre värmeisolering är oftast så dyrt att det lönar sig att fundera på andra åtgärder. Genom att byta ut en fönsteruta till en ruta med bättre värmeisolering är ett enkelt sätt att minska på värmeförlusterna i ett fönster. Man kan också installera en till fönster ruta till det befintliga fönstret. Fönsters värmeisoleringsförmåga minskar också med tiden. En orsak till detta är tätningar som slits och blir gamla. Genom att byta ut tätningarna i ett gammalt fönster kan man förbättra fönstrets värmeisoleringsförmåga. Men det enklaste sättet att minska på förlusterna genom ett fönster är att installera gardiner framför fönster rutan. Gardinen bildar ett stillastående luftskikt mellan fönster rutan och gardinen, lite på samma sätt som en extra glasruta i fönstret. [3, s119-120] [1 s31] [7]

### 9.1 Värmeförluster i husets fönster

Husets fönster är till typen tre glas MSE fönster. Typiska U-värden för ett sådant fönster är 1,1 – 1,9 W/m<sup>2</sup>K. [4]

För att beräkna värmeförluster i husets fönster används ett U-värde som är mittemellan, 1,5 W/m<sup>2</sup>K. Husets fönster areal är 24 m<sup>2</sup>.

Värmeförlusterna blir då:

$$Q = U \times A \times (T_s - T_u) \times \frac{\Delta t}{1000}$$
$$Q = 1,5 \times 24 \times (22 - 5,3) \times 8760 \div 1000 = 5171,9 \text{ kWh}$$

I energikostnader blir det:

$$5171,9 \text{ kWh} \times 0,11 \text{ €/kWh} = \mathbf{568,9 \text{ €/a}}$$

### 9.2 Byta ut fönstren till nya

Ett nytt fönster har idag ett U-värde på högst 1,0 W/m<sup>2</sup>K [4]

Ifall alla fönster byts ut till nya blir värmeförlusterna:

$$Q = 1 \times 24 \times (22 - 5,3) \times 8760 \div 1000 = 3511 \text{ kWh}$$

I värmekostnader betyder det  $0,11 \text{ €/kWh} \times 3511 \text{ kWh} = 386,2 \text{ €}$

Skillnaden i värmeförluster blir då:

$$5171,9 \text{ kWh} - 3511 \text{ kWh} = \mathbf{1660,9 \text{ kWh/a}}$$

och i uppvärmningskostnader:

$$568,9 \text{ €} - 386,2 \text{ €} = \mathbf{182,7 \text{ €/a}}$$

Ett nytt fönster med ett U-värde på  $1,0 \text{ W/m}^2\text{K}$  kostar ungefär  $400 \text{ €/m}^2$ . [20]

Ifall alla fönster byts ut till nya blir investeringen:

$$24 \text{ m}^2 \times 400 \text{ €/m}^2 = 9600 \text{ €}$$

Ifall arbetet utförs av husägaren själv skulle återbetalningstiden vara:

$$9600 \div 182,7 \text{ €} \approx \mathbf{53 \text{ år}}$$

Som beräkningarna visar skulle ett fönsterbyte spara 1661 kWh energi årligen, men eftersom återbetalningstiden blir över 50 år är det inte lönsamt att satsa på det. Istället lönar det sig att förbättra fönstren på andra sätt t.ex. genom att tätat.

## 10 MINSKA PÅ VÄRMEFÖRLUSTERNA I YTTERDÖRRAR

Även dörrarna har värmeförluster. Men ytterdörrsytan är inte lika stor som fönsterytan i ett hus och därmed påverkar inte eventuella förbättringar så mycket. Men ifall dörrarna är dåliga kan det löna sig att byta till dörrar med bättre värmeisolering. Dagens dörrar har ett u-värde på  $1 \text{ W/m}^2\text{K}$  eller bättre medan äldre dörrar har ett u-värde på närmare  $2 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Typiska u-värden för ytterdörrar i 1990-tals hus är kring  $1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$ . [14]

### 10.1 Värmeförluster i husets dörrar

Husets nuvarande dörrar är i gott skick vilket betyder att värmeförlusterna skall minska märkbart för att det skall löna sig att byta ut dem. De nuvarande ytterdörrarnas u-värden är inte kända men uppskattningsvis ligger u-värdet kring  $1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$ . Huset har totalt 5 ytterdörrar och till ytan blir det ungefär  $9,5 \text{ m}^2$ . Värmeförlusterna blir då:

$$Q = U \times A \times (T_s - T_u) \times \frac{\Delta t}{1000}$$
$$Q = 1,4 \times 9,5 \times (22 - 5,3) \times 8760 \div 1000 = 1945,7 \text{ kWh}$$

I energikostnader betyder det:

$$1945,7 \text{ kWh} \times 0,11 \text{ €/kWh} = 214 \text{ €}$$

### 10.2 Byte till nya dörrar

Genom att byta ut husets nuvarande dörrar till nya med ett U-värde på  $1 \text{ W/m}^2\text{K}$  blir värmeförlusterna enligt följande:

$$Q = U \times A \times (T_s - T_u) \times \frac{\Delta t}{1000}$$
$$Q = 1 \times 9,5 \times (22 - 5,3) \times 8760 \div 1000 = 1389,8 \text{ kWh}$$

Energiförlusterna per år minskar då med:

$$1945,7 \text{ kWh} - 1389,8 \text{ kWh} = 556 \text{ kWh}$$

Besparingarna i årliga energikostnader blir då:

$$214 \text{ €} - \left( 1389,8 \text{ kWh} \times 0,11 \frac{\text{€}}{\text{kWh}} \right) = 61 \text{ €}$$

En ny ytterdörr med ett u-värde på  $1 \text{ W/m}^2\text{K}$  kostar 600 € eller mera. [21]

Att byta alla dörrar skulle då kräva en investering på:

$$600 \text{ €} \times 5 = 3000 \text{ €}$$

Återbetalningstiden för att byta alla ytterdörrar blir då:

$$3000 \text{ €} \div 61 \text{ €} \approx 48 \text{ år}$$

Med en återbetalningstid på över 40 år är det inte lönsamt att byta ut dörrar så länge de är i gott skick.

## 11 SLUTSATS

Möjligheterna för att spara energi i huset är många. För att resultatet skall bli så bra som möjligt är det viktigt att de utförs i rätt ordning. Värmeförlusterna och brister i husets system bör åtgärdas först och sedan bör man fundera på vad de som bor i huset kan göra för att spara energi. Efter att dessa åtgärder är utförda kan eventuella alternativa värmesystem eller hybridsystem för huset planeras.

Energibesparingsåtgärderna bör ske i följande ordning:

- Reparera ventilmotorerna i golvvärmestocken
- Byta ut tätningar i ytterdörrar
- Ändra levnadsvanor
  - Minska på innetemperaturen med 1 °C
  - Förbättra vädringsvanorna, vädra endast korta stunder
  - Diska och tvätta fulla maskiner med snabbprogram om möjligt
- Förbättra på vindsbjälklagets isolering genom att tilläggsisolera
- Eventuellt byte av värmesystem eller installation av hybridsystem

För att uppnå höga energibesparingar måste husägaren vara beredd på att satsa pengar. Smarta lösningar är oftast dyra. Byte till ett energieffektivare värmesystem skulle minska på energiförbrukningen märkbart. Ett jordvärme system sparar mest energi men det är dyrt och husägaren är inte eventuellt beredd att betala 20 000 € för ett nytt värmesystem. Då skulle det bästa alternativet vara en luftvattenvärmepump som bara kräver en investering som är ungefär hälften så stor. Ifall husägaren inte ännu är beredd att göra av med oljeuppvärmningen är det bästa alternativet ett solvärmesystem. Man kan även antaga att den lätta brännoljans pris kommer att stiga även i fortsättningen samt att de nya moderna värmesystemen kommer att bli förmånligare och därmed resultera i att dessa åtgärder blir ännu mera lönsamma.



Åtgärder	kWh	kWh/m <sup>2</sup>
Ursprungsläget	41 200	171
1 ° C sänkning av in- omhustemperaturen	39 870	165
Tilläggsisolering av vindsbjälklag	38 770	161
Installation av sol- värme system	33 530	139
Installation av jord- värme system	17 810	74

*Tabell 1 Åtgärdernas inverkan på energi förbrukningen*

## KÄLLOR

1. Axelsson, Anders & Andrén, Lars, 2000, *Värmeboken - 20°C till lägsta kostnad*, Wahlström & Widstrand, 176 s.
2. Borgå Energi, Elpriser, [www.sida], Tillgänglig:  
<http://www.porvoonenergia.fi/sv/hinnastot/tillsvidareikraftvarandeelavtal> hämtad 13.1.2015
3. Hemgren, Per & Wannfors, Henrik, 2012, *Husets ABC*, Ica Bokförlag & Forma Books Ab, 424 s.
4. Energiakorjaus.info, Tekniset kortit – Ikkunakorjaukset, [www.pdf], Tillgänglig:  
[http://www.energiakorjaus.info/wp-content/uploads/2014/10/Pientalo\\_4\\_Ikkunakorjaus\\_2014\\_10\\_14.pdf](http://www.energiakorjaus.info/wp-content/uploads/2014/10/Pientalo_4_Ikkunakorjaus_2014_10_14.pdf) Hämtad 15.1.2014
5. Energiakorjaus.info, Tekniset kortit – Ovikorjaukset, [www.pdf], Tillgänglig:  
[http://www.energiakorjaus.info/wp-content/uploads/2013/08/Pientalo\\_5\\_Ovikorjaus\\_2013\\_02\\_01.pdf](http://www.energiakorjaus.info/wp-content/uploads/2013/08/Pientalo_5_Ovikorjaus_2013_02_01.pdf) Hämtad: 17.1.2015
6. Korjaustieto.fi, Lisäeristäminen on ammattilaisten työtä, [www.sida], Tillgänglig:  
<http://www.korjaustieto.fi/pientalot/pientalojenenergiatehokkuus/lampohaviotkuriin/liseristaminen-on-ammattilaisten-tyota.html> Hämtad: 30.9.2014
7. Korjaustieto.fi, Tiivistämisestä on monenlaista hyötyä, [www.sida], Tillgänglig:  
<http://www.korjaustieto.fi/pientalot/pientalojen-energiatehokkuus/lampohaviotkuriin/tiivistamisesta-on-monelaista-hyotya.html> Hämtad: 3.10.2014

8. Korjaustieto.fi, Vanhat ikkunat kuntoon vai uudet tilalle, [www.sida], Tillgänglig: <http://www.korjaustieto.fi/pientalot/pientalojen-energiatehokkuus/lampohaviot-kuriin/vanhat-ikkunat-kuntoon-vai-uudet-tilalle.html> Hämtad 3.10.2014
9. K-rauta.fi, Ersistäminen, [www.sida], Tillgänglig: <http://www.k-rauta.fi/ideatjavinkit/energiatehokkuus/energiatehokaskoti/eristaminen/pages/default.aspx> Hämtad 12.01.2015
10. Miljöministeriet, Finlands byggbestämmelsesamling C4 – Värmeisolering, anvisningar, [www.pdf], Tillgänglig: <http://www.finlex.fi/data/normit/1931-C4r.pdf> Hämtad: 5.01.2015
11. Miljöministeriet, Finlands byggbestämmelsesamling D3 – Byggnaders energiprestanda, föreskrifter och anvisningar [www.pdf], Tillgänglig: [http://www.finlex.fi/data/normit/37188-D3-2012\\_Svenska.pdf](http://www.finlex.fi/data/normit/37188-D3-2012_Svenska.pdf) Hämtad: 5.01.2015
12. Miljöministeriet, Finlands byggbestämmelsesamling D5 – Beräkning av byggnaders energiförbrukning, [www.pdf], Tillgänglig: [http://www.ym.fi/sv-FI/Markanvandning\\_och\\_byggande/Lagstiftning\\_och\\_anvisningar/Byggbestamelsesamlingen](http://www.ym.fi/sv-FI/Markanvandning_och_byggande/Lagstiftning_och_anvisningar/Byggbestamelsesamlingen) Hämtad: 5.01.2015
13. Motiva Oy, aurinkokeräimet, [www.sida], Tillgänglig: [http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva\\_energia/aurinkoenergia/aurinkolampo/aurinkokeraimet](http://www.motiva.fi/toimialueet/uusiutuva_energia/aurinkoenergia/aurinkolampo/aurinkokeraimet) Hämtad 10.1.2015
14. Motiva Oy, Pientalon lämmitysjärjestelmät, [www.pdf] Tillgänglig: [http://www.motiva.fi/files/7201/Pientalon\\_lammitysjarjestelmat\\_2012.pdf](http://www.motiva.fi/files/7201/Pientalon_lammitysjarjestelmat_2012.pdf) Hämtad: 13.01.2015

15. Rytmirakkennus Oy, Alapohjan lisäeristäminen, [www.sida], Tillgänglig:  
<http://www.rytmirakennus.fi/ulkoremontit/julkisivuremontti/alapohjan-lisalammoneristys/> Hämtad: 3.10.2014
16. Rytmirakkennus Oy, Yläpohjan lisälämmöneristys, [www.sida], Tillgänglig:  
<http://www.rytmirakennus.fi/ulkoremontit/julkisivuremontti/ylapohjan-lisalammoneristys/> Hämtad 3.10.2014
17. Taloon.com, Rakennuslevyt, [www.sida], Tillgänglig:  
<http://www.taloon.com/kipsilevy-tuulensuoja-9x1200x3000-3-60m2/JJ-58-59gjad/dp?openGroup=267> Hämtad: 12.01.2015
18. Taloon.com, Mineraalivilla levy, [www.sida], Tillgänglig:  
[http://www.taloon.com/mineraalivilla-isover-kl37-565x870x100-4.92m2/IS-11762/dp?nosto=nosto\\_tuotelistaus\\_ryhman\\_suosituimmat&openGroup=736](http://www.taloon.com/mineraalivilla-isover-kl37-565x870x100-4.92m2/IS-11762/dp?nosto=nosto_tuotelistaus_ryhman_suosituimmat&openGroup=736)  
Hämtad 12.01.2015
19. Taloon.com, Puhallusvilla, [www.sida], Tillgänglig:  
<http://www.taloon.com/isover-puhallusvilla-1-35m3/IS-KV-050-0-35/dp?openGroup=3086> Hämtad: 12.01.2015
20. Taloon.com, Ikkunat, [www.sida], Tillgänglig: <http://www.taloon.com/ikkunapihla-varma-2-1-lasia-valikarmilla/IW-W00730/dp?openGroup=7747> Hämtad 13.01.2015
21. Taloon.com, Ulkoovet, [www.sida], Tillgänglig:  
<http://www.taloon.com/kaskipuu-ulko-ovi-fe-18-moduulimitta/FE-18-moduulimitta/dp?openGroup=922> Hämtad: 12.01.2015
22. Pellettienergia.fi, Hinta ja tilastotietoja, [www.sida], Tillgänglig:  
<http://pellettienergia.fi/Pelletin%20hinta-%20ja%20tilastotietoja> Hämtad 13.01.2015

23. Öljy ja bio polttoaineita, Lämmitysöljy, [www.sida], Tillgänglig:  
<http://www.oil.fi/fi/lammitys/lammitysoljy-kevyt-polttooljy> Hämtad 13.1.2015

## **BILAGOR**

Bilaga 1                      Husets bottenplan med information som använts för detta arbete

# Bilaga 1

